نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 11، شماره 4، زمستان 1398، ص 1465-1449

Journal of Agroecology
Vol. 11, No.4, Winter 2020, p. 1449-1465

تأثیر عوامل بوم‌شناختی بر تنوع زیستی گونه‌های گیاهی بوم‌نظام طبیعی بهارکیش قوچان

سعید جاهدی‌پور[1]، علیرضا کوچکی[2*]، مهدی نصیری محلاتی[2] و پرویز رضوانی مقدم[2]

تاریخ دریافت: 1395/03/10
تاریخ پذیرش: 1395/05/25

جاهدی‌پور، س.، کوچکی، ع.، نصیری محلاتی، م. و رضوانی مقدم، پ. 1398. تأثیر عوامل بوم‌شناختی بر تنوع زیستی گونه‌های گیاهی بوم‌نظام طبیعی بهارکیش قوچان. بوم‌شناسی کشاورزی، 11 (4): 1465-1449.

چکیده

به‌منظور دستیابی به توسعه پایدار و هم‌چنین حفاظت از اکوسیستم‌های طبیعی و تنوع زیستی آن‌ها، لازم است نقش عوامل بوم‌شناختی و تأثیر آن‌ها بر تنوع گونه‌های گیاهی مورد ارزیابی قرار گیرد. در این راستا، در پژوهش حاضر تأثیر عوامل بوم‌شناختی بر تنوع زیستی گونه‌های گیاهی در بوم‌نظام طبیعی بهارکیش قوچان در بهار سال 1393 بررسی شد. ابتدا با روی‌هم‌اندازی چهار نقشه شیب، جهت جغرافیایی، طبقات ارتفاعی و سازندهای زمین‌شناسی نقشه واحدهای کاری تهیه شد، سپس بر اساس ساختار، نحوه توزیع و حضور گونه‌های غالب، چهار تیپ همگن مشخص شده و 35 پلات در هر تیپ گیاهی به‌روش سیستماتیک- تصادفی مسقر گردید و پلات‌های با سطح نمونه دو مترمربعی (بر اساس روش تعیین حداقل سطح) جهت برآورد پوشش گیاهی به‌کار گرفته شد. نمونه‌برداری از پوشش گیاهی در کلیه پلات‌ها و نمونه‌برداری از خاک به‌صورت نمونه مرکب از هر واحد کاری به‌وسیله اوگر از عمق صفر تا 30 سانتی‌متری انجام شد. در هر پلات گیاهان موجود فهرست و درصد تاج‌پوشش ثبت و کلیه ویژگی‌های خاک شامل: درصد رس، سیلت، شن، ماده آلی، رطوبت اشباع، کربن آلی و میزان اسیدیته و هدایت الکتریکی و هم‌چنین ویژگی‌های توپوگرافیک از جمله: شیب، جهت جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا اندازه‌گیری شد. از طرفی، تغییرات تنوع در سازندهای مختلف زمین‌شناسی نیز مشخص شد. مطالعه تنوع زیستی گونه‌های گیاهی با استفاده از شاخص‌های تنوع شانون- وینر و سیمپسون، شاخص غنای مارگالف و شاخص یکنواختی اسمیت- ویلسون انجام شد. هم‌چنین به‌منظور تعیین مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر تغییرات تنوع گونه‌ای از آنالیز تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و در محیط PCA استفاده شد. نتایج پژوهش نشان داد که ارتفاع از سطح دریا بر تنوع، غنا و یکنواختی گونه‌های گیاهی منطقه تأثیر معنی‌داری داشته و در دامنه ارتفاعی میانی2200-1900 متر، شاخص‌های تنوع سیمپسون و شانون– وینر، غنای مارگالف و یکنواختی اسمیت- ویلسون بیش‌ترین مقدار را داشتند. هم‌چنین جهت دامنه شمالی و شیب دامنه، تنوع و غنای گونه‌ای را به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار داده و در شیب‌های تا 15 درصد، تنوع شانون- وینر و غنای گونه‌ای مارگالف بالاترین مقدار را داشته و شاخص یکنواختی اسمیت- ویلسون در شیب 15 تا 45 درصد، بیش‌ترین مقدار را داشت. نتایج حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نشان داد که با توجه به قدر مطلق ضرایب، مؤلفه اول شامل: درصد کربن آلی خاک، درصد ماده آلی و درصد رس و مؤلفه دوم شامل: هدایت الکتریکی و ارتفاع و درصد رطوبت اشباع، درصد سیلت، درصد شن و درصد شیب، بیش‌ترین تأثیر را بر تنوع گونه‌ای منطقه مورد مطالعه داشتند.

واژه‌های کلیدی: تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، عوامل توپوگرافیک، عوامل خاکی، مرتع.

مقدمه

تنوع زیستی به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های مهم پایداری در بوم‌نظام‌های طبیعی در سطحی گسترده در مطالعات پوشش گیاهی و ارزیابی زیست‌محیطی و به‌عنوان یکی از شاخص‌های مهم و سریع در تعیین وضعیت بوم‌سازگان مورد استفاده قرار گرفته و گستره وسیعی از تنوع ژنتیکی، تنوع گونه‌ای و تنوع بوم‌نظام‌ها را شامل می‌شود (Ghalegolab Behbahani et al., 2013; Koocheki et al., 2011). اصولاً استقرار پوشش گیاهی در طول زمان و مکان برآیندی

1 و 2- به‌ترتیب دانش‌آموخته دکتری تخصصی اگرواکولوژی و استاد گروه اگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران.
(*- نویسنده مسئول: Email: akooch@um.ac.ir)
Doi: 10.22067/jag.v11i4.56352

از کنش‌ها و واکنش‌های میان پوشش گیاهی با عوامل محیطی است و یکی از اهداف مهم در تحقیقات اکوسیستم‌های مرتعی تعیین عواملی کنترل‌کننده حضور و پراکنش گیاهان مرتعی است، به همین دلیل در پژوهش‌های گوناگون این موضوع از ابعاد مختلف مورد مطالعه قرار گرفته است. توپوگرافیک یکی از عوامل محیطی است که تأثیر زیادی بر تنوع گیاهان و پراکنش آن‌ها دارد و محققان، تنوع زیستی گونه‌های گیاهی را با در نظر گرفتن عوامل توپوگرافیک (جهت جغرافیایی، شیب و ارتفاع از سطح دریا) مورد بررسی قرار داده‌اند (Nassiri Mahallati et al., 2001; Moghadam, 2005; Heshmati, 2003; Bagheri et al., 2014). اجتهادی و همکاران (Ejtehadi et al., 2007) در بررسی تنوع گونه‌ای گیاهان منطقه خواجه کلات در شمال شرق خراسان رضوی به این نتیجه رسیدند که شاخص‌های غنا و تنوع گونه‌ای در جهت‌های رو به شمال بیش‌تر از سایر جهت‌ها بوده، ولی این مورد در خصوص شاخص‌های یکنواختی صدق نکرد. محتشم‌نیا و همکاران (Mohtasham nia et al., 2007) در مطالعه پوشش گیاهی مراتع منطقه استپی فارس با توجه به ویژگی‌های خاک و پستی و بلندی بیان کردند که بافت خاک، اسیدیته، رطوبت وزنی، فسفر، گچ، پتاسیم و آهک، در اراضی دشتی و در دامنه‌ها و ارتفاعات شیب، جهت و میزان بارش مهم‌ترین عوامل محیطی مؤثر در استقرار و پراکنش گروه‌های بوم‌شناختی گیاهی می-باشند. کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2008) در مورد گیاهان بوته‌ای و تأثیر اهمیت گیاهان بوته‌ای در تنوع جامعه بیان کردند که گیاهان، منابع تولید در جامعه را توسعه داده، امکان بهره‌برداری چندگانه از جامعه را افزایش داده و ثبات اکولوژیکی را نیز بیش‌تر می‌کنند.

حیدری و مهدوی (Heydari & Mahdavi, 2009) در بررسی تنوع گونه‌ای گیاهان در ارتباط با عوامل توپوگرافیک در شمال غربی استان ایلام بیان کردند که تنوع گونه‌ای در جهت‌های جنوبی حداکثر و در جهت‌های شرقی حداقل بوده و غنای گونه‌ای در جهت‌های جنوبی بیش‌ترین مقدار را داشت. بررسی تنوع گونه‌ای و غنای گونه‌ای در طبقات مختلف ارتفاعی نشان داد که ارتفاعات پایین (1600-1400 متر) تنوع حداکثر و ارتفاعات بالاتر (2000-1800) تنوع حداقل داشت. محسن‌نژاد اندواری و همکاران (Mohsennejad Andvari et al., 2010) در بررسی اثر ویژگی‌های خاک و عوامل توپوگرافیک بر توزیع جوامع گیاهی در مراتع ییلاقی بهرستاق هراز در استان مازندران به این نتیجه رسیدند که عوامل خاک و توپوگرافیک حدود 30 درصد از تغییرات پوشش گیاهی را در بر داشته و نقش عوامل خاکی بیش‌تر از توپوگرافیک بود. زانگ و دانگ (Zhang & Dong, 2010) در بررسی رابطه عوامل محیطی با تنوع پوشش گیاهی توسط آنالیز خوشه‌ای (UPGMA[1]) در فلات لسی چین بیان کردند که زمان عامل کلیدی در برگشت و احیاء پوشش گیاهی بوده و ارتفاع، نوع خاک، شیب و جهت آن از عوامل مهم در احیاء مناطق لسی چین می‌باشند و نقش تعیین‌کننده‌ای در پراکنش پوشش گیاهی داشتند. محمد زاده و همکاران (Mohammadzadeh et al., 2014) در ارزیابی تنوع زیستی گونه‌های گیاهی منطقه ارسباران با کمک شاخص‌های غیرپارامتریک در ارتباط با عامل اکولوژیک ارتفاع از سطح دریا در سه طبقه (900-600، 1200-900، 1500-1200) بیان کردند که بالاترین مقادیر شاخص‌های غنا، یکنواختی و ناهمگنی در طبقه ارتفاعی سوم و کم‌ترین مقادیر آن‌ها در طبقه ارتفاعی اول مشاهده شد. عباسی کسبی و همکاران (Abbasi Kesbi et al., 2015) در بررسی تنوع و غنای گونه‌های مرتعی منطقه حفاظت شده لاشگردار ملایر بیان کردند که با 99 ٪ اطمینان بین عوامل توپوگرافیک و تنوع گونه‌ای همبستگی وجود دارد. امّا هیچ ارتباطی بین یکنواختی و عوامل توپوگرافیک دیده نشد. تنوع در ارتفاعات 2600-2000 به‌شدت کاهش یافت و طبقه ارتفاعی 2200-2000 حداکثر تنوع و غنا را داشت. از طرفی دامنه‌های جنوبی حداکثر تنوع و غنا را داشتند. منطقه بهارکیش قوچان در استان خراسان رضوی از مناطق بکر و متنوع از نظر پوشش گیاهی می‌باشد و دارای استفاده‌های مختلف مرتعی، دارویی و گردشگری است. با توجه به اهمیت تنوع زیستی در مدیریت توسعه پایدار پوشش گیاهی در عرصه‌های طبیعی، جایگاه ویژه مراتع و اهمیت حفظ تنوع زیستی مرتع بهارکیش قوچان به‌عنوان یکی از مهم‌ترین و برجسته‌ترین سیماهای طبیعی ایران، این پژوهش در نظر دارد از سویی با بررسی شاخص‌های تنوع زیستی در بوم‌نظام طبیعی بهارکیش قوچان، غنا، یکنواختی و تنوع گونه‌ای را بررسی و مهم‌ترین عوامل بوم‌شناختی تأثیرگذار بر تنوع گونه‌ای را مشخص کرده و از سوی دیگر، بهترین شاخص‌های تنوع زیستی را برای ارزیابی تنوع زیستی تعیین کند تا بدین وسیله بتوان با دیدی بهتر نسبت به حفظ تنوع زیستی و نحوه

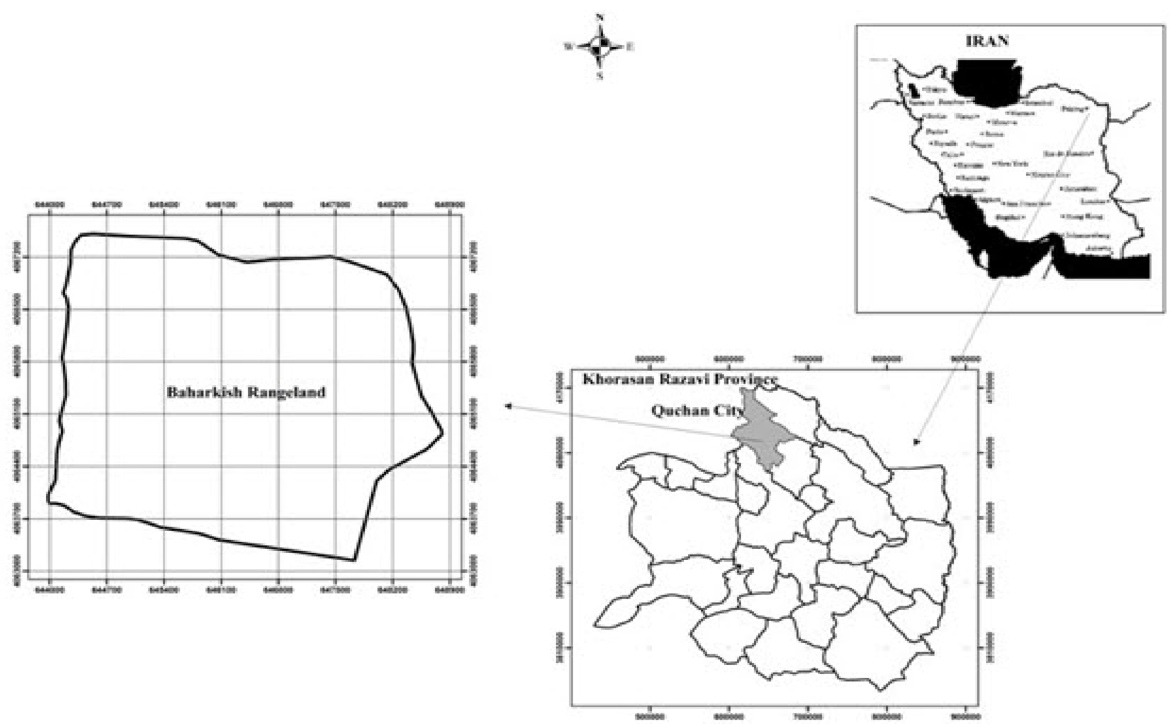
1- Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean

مدیریت آن در منطقه اقدام نمود.

مواد و روش‌ها

موقعیت جغرافیایی و شرایط آب‌وهوایی منطقه

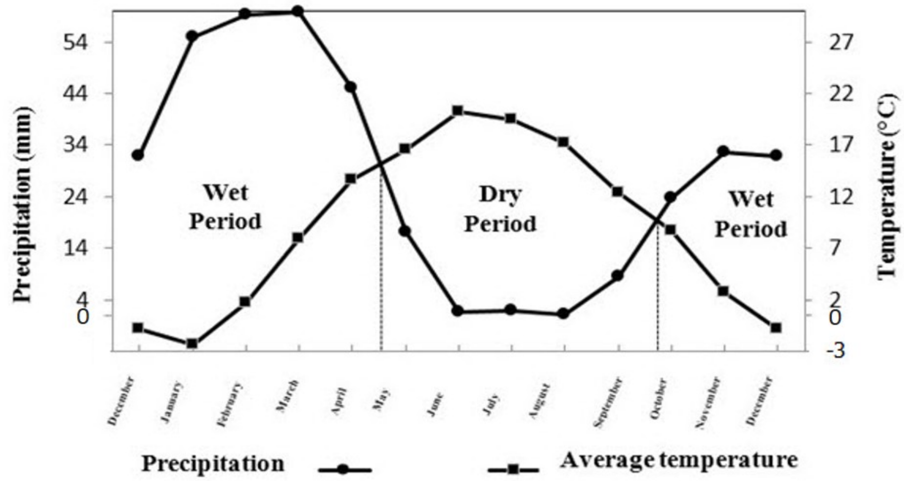
مرتع بهارکیش با مختصات جغرافیایی: "35´40 ˚58 تا "16 ´36 ˚58 طول شرقی و "52´ 44 ˚36 تا "07´ 42 ˚36 عرض شمالی در 60 کیلومتری ضلع جنوبی شهرستان قوچان (استان خراسان رضوی)، بخش مرکزی دهستان دوغایی واقع شده و 1035 هکتار وسعت دارد (شکل 1). میانگین ارتفاع از سطح دریا 2069 متر، که کم‌ترین آن 1740 متر و بیش‌ترین آن نیز 2440 متر است. شیب متوسط منطقه 39/4 درصد می‌باشد. برای انجام این پژوهش حدود 200 هکتار از مرتع بهارکیش با فشار چرای متوسط به‌روش قطع و توزین (Mesdaghi, 2003) انتخاب شد که علاوه‌بر داشتن غنای گونه‌ای و وجود تنوع گونه‌های مرتعی در آن، از نظر شرایط آب‌وهوایی نیز از تنوع لازم برخوردار است.



شکل 1- موقعیت جغرافیایی مرتع بهارکیش قوچان در استان خراسان رضوی

Fig. 1- Location of Baharkish rangeland in Quchan, Khorasan Razavi Province

بر اساس داده‌های درازمدت آمارهای اقلیمی (25 ساله) از ایستگاه‌های سینوپتیک شهرستان قوچان، ایستگاه تبخیرسنجی اریه و باران‌سنجی اخلمد، متوسط بارندگی سالیانه منطقه 337 میلی‌متر و متوسط مجموع تبخیر و تعرق سالانه 998/2 میلی‌متر است. متوسط دمای سالانه در منطقه 9/4 درجه سانتی‌گراد گزارش شده که کم‌ترین دمای میانگین ماهانه مربوط به دی ماه و بیش‌ترین میانگین ماهانه در ماه‌های تیر و مرداد است. شکل 2 منحنی آمبروترمیک مرتع بهارکیش را نشان می‌دهد. با توجه به این شکل مشاهده می‌شود دوره خشک مرتع بهارکیش حدود پنج ماه است که از اواسط اردیبهشت آغاز شده و تا اواخر مهر ادامه دارد (Annual Report Meteorological Organization, 2013; Ministry of Energy, 2013).



شکل 2- منحنی آمبروترمیک مرتع بهارکیش بر اساس داده‌های درازمدت اقلیمی

Fig. 2- Ombrothermic curve of Baharkish rangeland in Quchan based on long-term climatic data

روش نمونه‌برداری

به‌منظور بررسی تأثیر عوامل بوم‌شناختی بر تنوع زیستی گونه‌های گیاهی در مرتع بهارکیش قوچان، ابتدا کلیه نقشه‌های توپوگرافیک: 1:25000، زمین‌شناسی: 1:100000، عکس‌های هوایی: 1:20000 و تصاویر ماهواره‌ای[1] مربوط به مرتع بهارکیش قوچان اخذ و جمع‌آوری گردید. سپس در محیط نرم‌افزاری GIS[2]، ArcMap10.2، نقشه‌های پایه شامل: نقشه ارتفاع از سطح دریا، نقشه شیب، نقشه جهت‌های جغرافیایی و سازندهای زمین‌شناسی تهیه شده و با عمل روی‌هم‌گذاری[3]، تلفیق و کدگذاری نقشه‌ها، 13 واحد کاری همگن و نقشه آن برای انجام مطالعات، برداشت‌های صحرایی و اندازه‌گیری‌های پوشش گیاهی مرتع آماده گردید. سپس با انجام تیپ‌بندی بر اساس ساختار، نحوه توزیع و حضور گونه‌های غالب، چهار تیپ همگن مشخص شده و نمونه‌برداری در هر یک از تیپ‌های گیاهی[4] در واحدهای کاری همگن انجام شد. در عملیات بازدید صحرایی نمونه‌برداری از پوشش گیاهی و عوامل بوم‌شناختی که در بهار سال 1393 انجام شد، به‌منظور نمونه‌برداری صحرایی، سطح پلات‌های مورد نیاز بر اساس روش تعیین حداقل سطح[5] (Aghaalikhani & Qushchi, 2005) و تعداد پلات با استفاده از روش کوکران (معادله 1) تعیین شد (Cain, 1938). بدین ترتیب در هر تیپ، 35 پلات با روش نمونه‌برداری سیستماتیک - تصادفی انتخاب شده و پلات‌های با سطح نمونه دو مترمربعی، جهت برآورد پوشش گیاهی به‌کار گرفته شد. در هر پلات، تعداد گونه‌های گیاهی و درصد تاج‌پوش یادداشت شده و موقعیت پلات‌ها با دستگاه GPS[6] در سیستم U.T.M[7] برداشت و ثبت گردید.

$$N = \frac{t^2 S^2}{P^2 \bar{X}^2}(1+\frac{2}{n}) \quad (1) \text{ معادله}$$

که در این معادله، N: حداقل تعداد نمونه لازم، t: از جدول t استیودنت با سطح احتمال مورد نظر (معمولاً 10 درصد)، $\bar{X}$: میانگین نمونه اولیه با n پلات، P: حدود خطا که معمولاً برابر ± 0.1 و S^2: واریانس نمونه اولیه با n پلات می‌باشد.

شناسایی شکل زیستی و پراکنش جغرافیایی گونه‌های گیاهی

در عملیات بازدید صحرایی که در بهار سال 1393 انجام شد، گیاهان به‌صورت کامل جمع‌آوری و به‌وسیله روزنامه و تخته پرس، خشک شده و شناسایی نمونه‌ها با کمک منابع موجود و بر اساس روش‌های رایج و با استفاده از منابع موجود شناسایی گردید

1- Google earth
2- Geographic information system
3- Overlay
4- تیپ‌گیاهی: به مجموعه گیاهانی گفته می‌شود که در مکانی با شرایط محیطی مشابه رشد و بر اساس یک یا چند گونه غالب قابل تشخیص است.
5- Minimum area
6- Global positioning system
7- Universal Transfer Mercator

(Rechinger, 1967-1998; Townsend & Guest, 1966-1985; Zohary, 1966-1972; Davis, 1965-1988; Boissier, 1867-1888; Komarov, 1934-1954; Assadi, 1988-2011; Ghahreman, 1979-1992; Maassoumi, 1986-2000; Ghahreman, 1994; Mobayen, 1975-1996; Mozaffarian, 2003; Mozaffarian, 2005). طبقه‌بندی شکل‌های زیستی گیاهان بر اساس سیستم رانکیائر (Raunkiaer, 1934) انجام شد. در این سیستم، گیاهان بر اساس موقعیت جوانه‌های تجدیدکننده حیات به پنج دسته فانروفیت‌ها، کامفیت‌ها، همی‌کریپتوفیت‌ها، ژئوفیت‌ها و تروفیت‌ها تقسیم می‌شوند. با استفاده از منابع یاد شده، شکل زیستی گیاهان منطقه نیز مشخص شد. هم‌چنین، بر اساس تقسیم‌بندی نواحی رویشی (Léonard, 1988)، پراکنش جغرافیایی[1] گونه‌ها تعیین شد. علاوه‌براین، پراکنش جغرافیایی گونه‌های گیاهی به تبعیت از زوهاری (Zohary,1963-1973) و تختاجان (Takhtajan, 1986) تعیین شد.

تعیین ویژگی‌های خاک

نمونه‌برداری از خاک سطحی نیز به‌منظور بررسی تأثیر عوامل خاک بر سطح مرتع در بهار سال 1393 انجام شد. یک نمونه از خاک سطحی به‌وسیله اوگر از عمق صفر تا 30 سانتی‌متر به‌صورت نمونه مرکب از هر واحدکاری برداشت و به آزمایشگاه منتقل شد (Ozkan, et al., 2010; Fontaine, et al., 2007). در آزمایشگاه ویژگی‌هایی مانند: EC، pH، درصد ماده آلی، درصد رطوبت اشباع و بافت خاک اندازه‌گیری شد. بعد از آن بر روی ذرات کوچک‌تر از دو میلی‌متر، آزمایش‌های فیزیکی تعیین بافت خاک شامل: درصد رس، درصد سیلت و درصد شن به‌روش هیدرومتری بایکاس و درصد رطوبت اشباع با استفاده از تهیه گل اشباع و روش وزنی انجام شد. در بررسی‌های شیمیایی خاک، اندازه‌گیری pH (اسیدیته خاک) در گل اشباع با استفاده از pHمتر، برای بررسی شوری خاک، هدایت الکتریکی (EC) در عصاره اشباع به‌وسیله هدایت‌سنج الکتریکی تعیین شد. درصد کربن‌آلی‌خاک به‌روش والکی- بلک (Walkley & Black, 1934) تعیین و سپس درصد ماده آلی از طریق حاصل‌ضرب درصد کربن آلی در عامل وان- بنون لن[2] (1/724) محاسبه شد (Jafari Haghigi, 2003).

شاخص‌های تنوع زیستی

مطالعه تنوع زیستی گونه‌های گیاهی از طریق بررسی فراوانی گونه‌های گیاهی مختلف در هر پلات و با استفاده از شاخص‌های تنوع شانون- وینر و سیمپسون، شاخص غنای مارگالف، شاخص یکنواختی اسمیت- ویلسون با استفاده از نرم‌افزار تخصصی بوم‌شناسی[3] انجام شد. با استفاده از معادله‌های (2) تا (5) که در ذیل آمده است، شاخص‌های شانون – وینر (Shannon & Wiener, 1963) و سیمپسون (Simpson, 1949)، تنوع زیستی گونه‌های مرتعی و هم‌چنین با استفاده از شاخص مارگالف (Margalef, 1958) و شاخص اسمیت- ویلسون (Smith & Wilson, 1996) غنای گونه‌ای و یکنواختی گونه‌ای در سطح واحد کاری و نیز کل مرتع محاسبه شدند.

الف) شاخص شانون- وینر[4]

$$H'^{0} = -\sum_{i=1}^{S} (\frac{n_i}{N})\log(\frac{n_i}{N}) \quad \text{معادله (2)}$$

در این معادله، H: شاخص تنوع شانون- وینر، n_i: تعداد افراد گونه iام، N: تعداد کل افراد و S: تعداد گونه گیاهی

ب) شاخص سیمپسون[5]

$$1-D = 1-\sum_{i=1}^{S} (\frac{n_i}{N})^2 \quad \text{معادله (3)}$$

در این معادله، 1-D: شاخص تنوع سیمپسون، n_i: تعداد افراد گونه iام، N: تعداد کل افراد و S: تعداد گونه گیاهی

ج) شاخص مارگالف[6]

$$R = \frac{S-1}{Ln(N)} \quad \text{معادله (4)}$$

در این معادله، R: شاخص غنای گونه‌ای مارگالف، S: تعداد گونه‌های مشاهده شده و N: تعداد کل افراد مشاهده شده از تمام گونه‌ها

د) شاخص اسمیت- ویلسون[7]

$$E_{1/D} = \frac{1/D}{S} \quad \text{معادله (5)}$$

در این معادله، $E_{1/D}$: شاخص اسمیت- ویلسون، 1/D: شاخص تنوع برگر- پارکر و S: تعداد گونه گیاهی

1- Chorology
2- Agent Van- Benon Lenn

3- Ecological methodology
4- Shannon-Wiener
5- Simpson
6- Margalef
7- Smith- Wilson

تجزیه و تحلیل آماری

به‌منظور بررسی تأثیر فاکتورهای محیطی بر شاخص‌های تنوع زیستی پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها و همگنی واریانس داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگراف- اسمیرنوف[1]، از آنالیز واریانس یک‌طرفه[2] با استفاده از نرم‌افزار SPSS ver. 22 در سطح 95٪ برای بررسی معنی‌دار بودن فاکتورها استفاده گردید. آزمون توکی[3] نیز به‌منظور مقایسه میانگین متغیرهای تحت بررسی به‌کار گرفته شد (Zar, 1996). در نهایت، رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel انجام گرفت. هم‌چنین به‌منظور تجزیه به مؤلفه‌های اصلی فاکتورهای مورد اندازه‌گیری خاک شامل: درصد رس، درصد سیلت، درصد شن، درصد ماده آلی، درصد رطوبت اشباع، درصد کربن آلی خاک و میزان اسیدیته و هدایت الکتریکی و هم‌چنین ویژگی‌های توپوگرافیک از جمله: شیب، جهت‌های جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا از نرم‌افزار PC- ORD و از روش آنالیز مؤلفه‌های اصلی (PCA) استفاده شد.

نتایج و بحث

مطالعه ابعاد گیاه‌شناختی مرتع بهارکیش قوچان نشان داد که در این منطقه 22 خانواده و 77 گونه گیاهی وجود دارد (جدول 1). از مهم‌ترین خانواده‌های منطقه می‌توان Poaceae (18٪)، Asteraceae (13٪)، Lamiaceae (12٪)، Fabaceae (9٪)، Apiaceae (8٪) و Brassicaceae (6٪) را نام برد. به‌طور کلی در منطقه مورد مطالعه، فراوان‌ترین شکل زیستی همی‌کریپتوفیت‌ها می‌باشند و گونه‌های فانروفیت کم‌ترین شکل زیستی منطقه را تشکیل می‌دهند. از نظر شکل زیستی، 41 درصد گونه‌های گیاهی منطقه همی‌کریپتوفیت، 25 درصد کامتوفیت، 23 درصد تروفیت، چهار درصد ژئوفیت، چهار درصد فانروفیت و سه درصد کریپتوفیت هستند. از نظر پراکنش جغرافیایی گیاهان منطقه مورد مطالعه، 64 درصد عنصر ایرانی- تورانی و سایر گونه‌ها علاوه بر ناحیه رویشی ایرانی- تورانی در نواحی رویشی دیگر نیز پراکنش دارند.

هم‌چنین در بررسی و مطالعه پوشش گیاهی منطقه، چهار تیپ گیاهی تعیین شد. از این چهار تیپ گیاهی، دو تیپ *Stipa arabica* Trin. & Rupr.- *Poa bulbosa* L. و *Hordeum bulbosum* L.- *Heliotropium khorassanicum* در دامنه شمالی و *Artemisia khorassanica* Podlech - *Astragalus verus* Olivier در دامنه جنوبی و تیپ *Artemisia khorassanica* Podlech - *Poa bulbosa* L. در دامنه غربی بزرگ‌ترین تیپ‌های گیاهی مرتع بهارکیش قوچان را تشکیل می‌دهند. در بین گونه‌هایی که در جدول 1 ذکر شد، گونه‌هایی که درصد پوشش غالب نسبت به دیگر گونه‌ها را داشت به‌عنوان گونه غالب و یک گونه همراه دیگر نیز به‌عنوان تیپ گیاهی ارائه گردید که در جدول 2 مشاهده می‌شود.

تأثیر عوامل بوم‌شناختی بر تنوع زیستی گونه‌های گیاهی در مرتع بهارکیش قوچان

ارتباط جهت‌های جغرافیایی متفاوت با تنوع زیستی گونه‌های گیاهی

مقادیر شاخص‌های تنوع گونه‌ای، غنای گونه‌ای و شاخص یکنواختی گونه‌ای در واحدهای همگن که در جهت‌های مختلف جغرافیایی نسبت به دیگر جهت‌های جغرافیایی مرتع اندازه‌گیری شده بود در شکل 3 آورده شده است. نتایج نشان می‌دهد که جهت شمالی دارای بیش‌ترین غنا (7/53) و شاخص تنوع سیمپسون (1/97) بوده و اختلاف معنی‌داری با مقدار این شاخص‌ها در سایر جهت‌ها دارد. میرزایی و همکاران (Mirzaee et al., 2007) در بررسی رابطه تنوع گونه‌ای گیاهان علفی با عوامل فیزیوگرافی در اکوسیستم‌های زاگرس میانی به این نتیجه رسیدند که عامل جهت جغرافیایی بر شاخص‌های تنوع و غنای گونه‌ای و عامل ارتفاع از سطح دریا بر تنوع گونه‌ای تأثیر معنی‌دار داشت. برای مثال: دامنه‌های جنوبی همواره گرم‌تر از دامنه‌های شمالی هستند، بنابراین رطوبت کم‌تری نسبت به دامنه‌های شمالی دارند و این امر باعث می‌شود که گونه‌هایی که در دو دامنه استقرار می‌یابند از لحاظ ویژگی‌های بوم‌شناختی با هم تفاوت داشته باشند. با این وجود دامنه‌های جنوبی همیشه نامساعد نبوده و برای استقرار گونه‌های علوفه‌ای مناسب هستند.

ارتباط ارتفاع متفاوت با تنوع زیستی گونه‌های گیاهی

بر اساس نتایج به‌دست آمده ارتفاع میانی (2200-1900 متر)، دارای تنوع شانون– وینر و سیمپسون بالاتر و هم‌چنین غنا و یکنواختی بیش‌تری می‌باشد و به تلاقی گونه‌های موجود با نیازهای بوم‌شناختی متفاوت از نظر قرار گرفتن در ارتفاعات مختلف بالا و پایین (اکوتون ارتفاعی) مربوط می‌شود.

1- Kolmogorov-Smirnov
2- One way classification ANOVA
3- Tukey test

جدول 1- فهرست اسامی علمی گونه‌ها، شکل‌های زیستی و پراکنش جغرافیایی گیاهان مرتع بهارکیش قوچان

Table 1- List of scientific names of species, life forms and geographical distribution of plants in Baharkish rangeland Quchan

نام علمی Scientific name	خانواده گیاهی Plant family	شکل زیستی Life forms	پراکنش جغرافیایی Chorology
Acantholimon avenaceum	Plumbaginaceae	Ch	IT
Acanthophyllum bracteatum	Caryophyllaceae	Ch	IT
Acroptilon repens	Asteraceae	He	PL
Aeluropus littorallis	Poaceae	He	IT, M, SS
Allium xiphopetalum	Alliaceae	Cr	IT
Alyssum linifolium	Brassicaceae	Th	IT, M
Anchusa arvensis	Boraginaceae	He	IT, M
Arrhenatherum kotschyi	Poaceae	Ge	IT
Artemisia aucheri	Asteraceae	Ch	IT
***Artemisia khorassanica* Podlech**	Asteraceae	Ch	IT
Asperula glomerata	Rubiaceae	Ch	IT
Astragalus podolobus	Fabaceae	Ch	IT
***Astragalus verus* Olivier**	Fabaceae	Ch	IT
Atraphaxis spinosa	Polygonaceae	Ch	IT
Avena fatua	Poaceae	Th	IT,ES
Boissiera squarrosa	Poaceae	Th	IT, M
Brassica napus	Brassicaceae	He	PL
***Bromus tectorum* L.**	Poaceae	Th	PL
Bupleorum exaltatum	Apiaceae	Ch	IT
Carex stenophylla	Cyperaceae	He	PL
Carthamus lanatus	Asteraceae	Th	IT
Ceratocarpus arenarius	Chenopodiaceae	Th	IT
Cichorium intybus	Asteraceae	He	PL
Colutea buhsei	Fabaceae	Ph	IT, ES
Convolvulus arvensis	Convolvulaceae	Th	SCO
Cotoneaster ovatus	Rosaceae	Ph	IT
Cousinia eryngiodes	Asteraceae	He	IT
Crambe kotschyana	Brassicaceae	He	IT
Dactylis glomerata	Poaceae	He	PL
Dianthus orientalis	Caryophyllaceae	Ch	IT
Dorema amoniacum	Apiaceae	He	IT
Echinops ritrodes	Asteraceae	He	IT
Elymus hispidus	Poaceae	He	IT, ES, M
Ephedra major	Ephedraceae	Ph	IT, ES, M
Eremurus luteus	Liliaceae	Ge	IT
Eruca sativa	Brassicaceae	Th	IT, M, ES
Eryngium caucasicum	Apiaceae	He	IT
Euphorbia aucheri	Euphorbiaceae	Th	IT
Ferula ovina	Apiaceae	He	IT
Festuca valesiaca	Poaceae	He	IT,ES
Glycyrrhiza glabra	Fabaceae	He	IT,M
Gundelia tournefortii	Asteraceae	He	IT
Heliotropium khorassanicum	Boraginaceae	Th	IT
***Hordeum bulbosum* L.**	Poaceae	Cr	IT, M
Hulthemia persica	Rosaceae	Ch	IT
Krascheninikovia ceratoides	Chenopodiaceae	Ch	IT
Lagochilus cabulicus	Lamiaceae	Ch	IT
Linaria lineolata	Scrophulariaceae	He	IT
Malcolmia strigosa	Brassicaceae	Th	IT
Medicago rigidula	Fabaceae	Th	IT
***Melica persica* Kunth**	Poaceae	He	IT
Nepeta bracteata	Lamiaceae	Th	IT
Noaea mucronata	Chenopodiaceae	Ch	IT, ES, M
Nonea caspica	Boraginaceae	Th	IT
Onopordon leptolepis	Asteraceae	He	IT
Perovskia abrotanoides	Lamiaceae	Ch	IT
Phalaris minor	Poaceae	Th	Cosm.
Phlomis cancellata	Lamiaceae	He	IT
Pimpinella tragium	Apiaceae	Ch	IT, ES, M
Plantago major	Plantaginaceae	He	SCO
***Poa bulbosa* L.**	Poaceae	Ge	IT,ES,M
Prangos latiloba	Apiaceae	He	IT
Reseda lutea	Resedaceae	Th	IT,SS

Salvia limbata	Lamiaceae	He	IT
Sanguisorba minor	Rosaceae	He	IT,M,ES
Scariola orientalis	Asteraceae	Ch	IT
Serratula latifolia	Lamiaceae	He	IT
Silene chaetodonta	Caryophyllaceae	He	IT
Stachys lavandulifoia	Lamiaceae	He	IT
***Stipa Arabica* Trin. & Rupr.**	Poaceae	He	IT
Teucrium polium	Lamiaceae	Ch	IT,M
Thymus transcaspicus	Lamiaceae	Ch	IT
Trifolium repens	Fabaceae	He	IT
Trigonella monantha	Fabaceae	Th	IT,ES,M
Verbascum agrimoniifolium	Scrophulariaceae	He	IT
Veronica khorassanica	Scrophulariaceae	He	IT
Vulpia persica	Poaceae	Th	IT

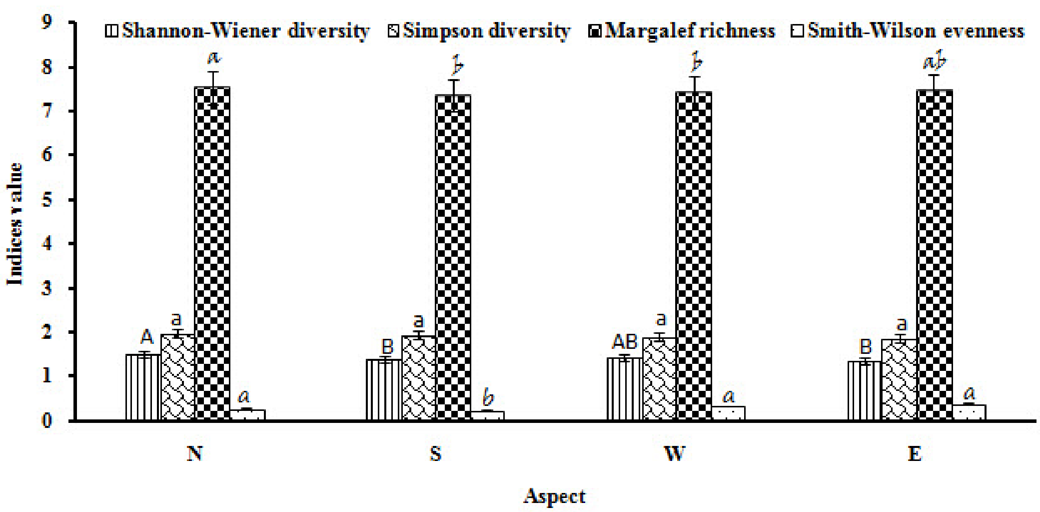
Ch: کامفیت، Cr: کریپتوفیت، He: همی‌کریپتوفیت،Ph: فانروفیت، Th: تروفیت، Cosm: جهان‌وطنی، ES: اروپا– سیبری، IT: ایرانی– تورانی، M: مدیترانه‌ای،PL: چند منطقه‌ای، SCO: زیر منطقه جهانی، SS: صحرا- سندی

Ch: Chamaephyte, Cr: Cryptophyte, Ge: Geophytes, He: Hemicryptophyte, Ph: Phanerophyte, Th: Therophyte
Cosm.: Cosmopolite (cosmopolitan), ES: Euro-Siberian, IT: Irano-Turanian, M: Mediterranean, PL: Pluriregional, SCO: Subcosmopolitan, SS: Saharo-Sindian

جدول 2- تیپ‌های مختلف گیاهان مرتع بهارکیش قوچان

Table 2- Different plant types in Baharkish rangeland Quchan

کد تیپ Type code	گونه‌های غالب Dominant species	علامت اختصاری Symbol
I	*Artemisia khorassanica* - *Astragalus verus*	Ar.kh-As.ve
II	*Hordeum bulbosum* L. - *Heliotropium khorassanicum*	Ho.bu- He.kh
III	*Artemisia khorassanica* - *Poa bulbosa* L.	Ar.kh - Po.bu
IV	*Stipa arabica* - *Poa bulbosa* L.	St.ar - Po.bu



شکل 3- شاخص‌های تنوع، غنا و یکنواختی در جهت‌های جغرافیایی متفاوت

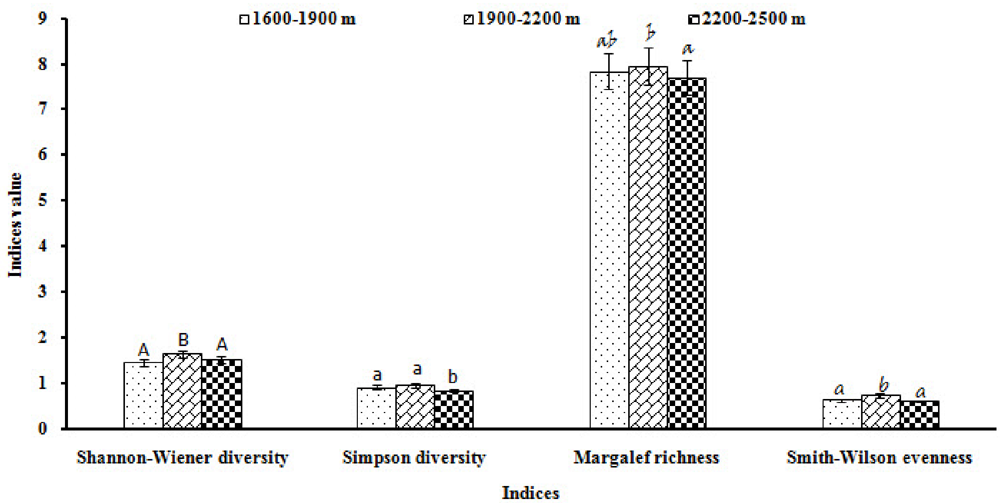
Fig. 3- Indices of diversity, richness and evenness in different geographical directions

خطوط عمودی انحراف معیار میانگین‌ها را نشان می‌دهند. میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آماری اختلاف معنی‌داری ندارند (P< 0.05).

vertical bars show standard error of means. Means following the same letters are not significantly different (P< 0.05).

مقادیر شاخص‌های تنوع، غنـای گونـه‌ای و شـاخص یکنـواختی گونه‌ای در واحدهای همگن در ارتفاع مختلف موجود در منطقه مورد مطالعه در شکل 4 آورده شده است. مهـدوی (Mahdavi, 2013) در منطقه رویشی زاگرس به بررسی تأثیر جهت دامنه و ارتفـاع بـر روی تنوع گونه‌ای گیاهان علفی در منطقه ذهاب استان کرمانشاه پرداخت. نتایج حاصل از تجزیه واریانس یک‌طرفه نشان داد که جهت دامنه و

ارتفاع تأثیر معنی‌داری روی تنوع و غنای گونه‌ای گیاهـان علفـی در سطح 95 درصـد اطمینـان دارد. در دامنـه شـمالی و طبقـه ارتفـاعی (2200- 1900 متری از سطح دریا) بیش‌ترین مقـدار تنـوع و غنـای گونه‌ای دارا می‌باشند که با نتایج این تحقیق نیز هم‌خوانی دارد. چاولا و همکـاران (Chawla et al., 2008) در بررسـی تنـوع زیسـتی گونه‌های چوبی در طول گرادیان ارتفاعی در غرب هیمالیا نشان دادند که مقادیر شاخص‌های تنوع زیستی گیاهی با افزایش ارتفاع از سـطح دریا ابتدا روند صعودی داشته (ارتفاعات میانی)، سپس روند نزولی در ارتفاعات بالا را نشان می‌دهد.

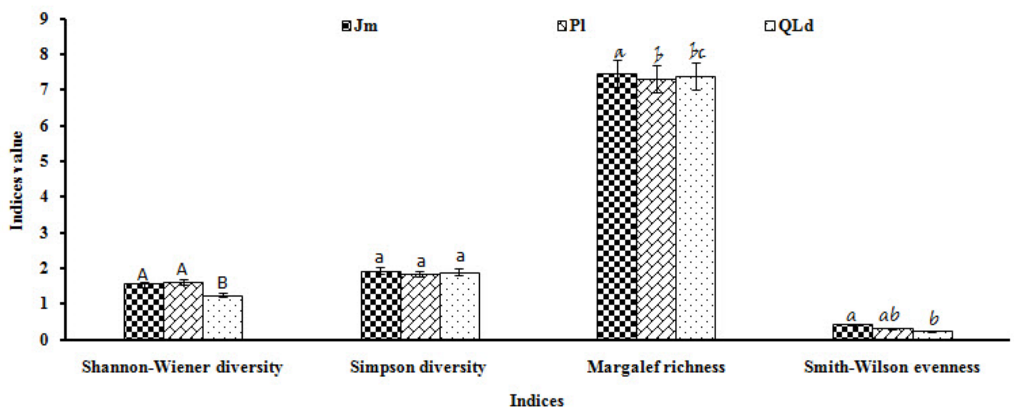


شکل 4- شاخص‌های تنوع، غنا و یکنواختی در طبقات ارتفاعی متفاوت

Fig. 4- The indices of diversity, richness and evenness in different elevation

خطوط عمودی انحراف معیار میانگین‌ها را نشان می‌دهند. میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آماری اختلاف معنی‌داری ندارند (P<0.05).

vertical bars show standard error of means. Means following the same letters are not significantly different (P<0.05).



شکل 5- شاخص‌های تنوع، غنا و یکنواختی در سازندهای متفاوت

Fig. 5- The indices of diversity, richness and evenness in different geological formations

خطوط عمودی انحراف معیار میانگین‌ها را نشان می‌دهند. میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آماری اختلاف معنی‌داری ندارند (P<0.05).

vertical bars show standard error of means. Means following the same letters are not significantly different (P<0.05).

سازندهای زمین‌شناسی؛ Jm: سازند مزدوران، سنگ آهک دولومیتی ضخیم لایه با رنگ خاکستری، Pl: رسوبات متعلق به پلیوسن- پلیستوسن، QLd: سازندهای متعلق به کواترناری تراس‌ها و واریزه‌هایی فرسایش یافته (Ghaemi, 2005)

Geological formations; Jm: Grey, thick bedded dolomitic limestone (MOZDURAN Formation)

PL: Pliocene – Pleistocene

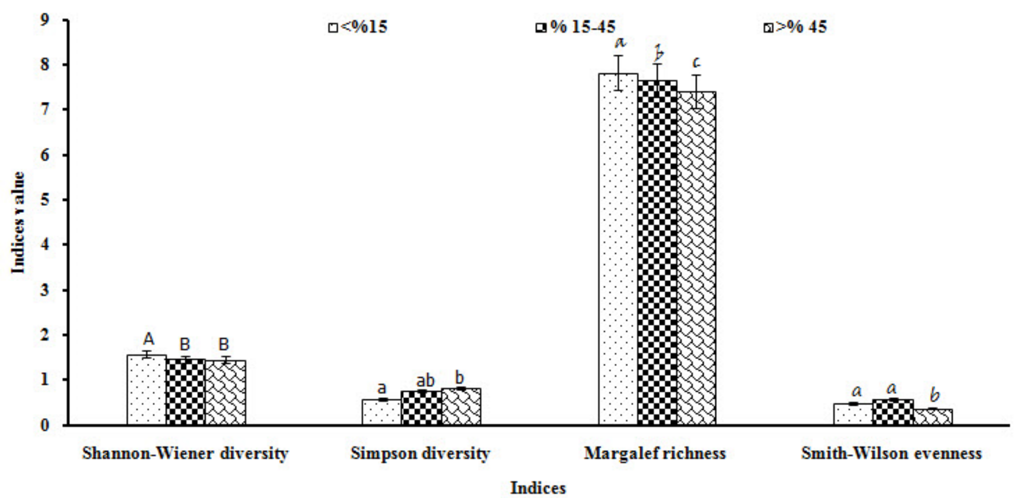
QLd: Quaternary Loess terraces, debrise (Ghaemi, 2005)

ارتباط سازندهای متفاوت با تنوع زیستی گونه‌های گیاهی

نتایج بررسی تغییرات شاخص‌های تنوع گونه‌ای شانون- وینر و سیمپسون، شاخص غنای گونه‌ای مارگالف و شاخص یکنواختی اسمیت- ویلسون در سازندهای مختلف زمین‌شناسی که متأثر از عوامل خاکی، در شکل 5 آمده است. تنوع گونه‌ای در سازندهای مختلف مورد مطالعه دارای تغییراتی است که می‌تواند علاوه‌بر عوامل محیطی و روابط بین‌گونه‌ای ناشی از تغییرات سازندهای منطقه مورد مطالعه باشد.

ارتباط شیب‌های متفاوت با تنوع زیستی گونه‌های گیاهی

شیب‌های کم (15% >) بیش‌ترین غنا و تنوع شانون- وینر را به خود اختصاص دادند، ولی میزان شاخص یکنواختی به نسبت شیب متوسط (45- 15%) از مقدار کم‌تری برخوردار هستند. علت این امر نیز می‌تواند ناشی از کاهش محدودیت رطوبتی و خاکی مانند: عمق خاک باشد. زیرا میزان خاک تجمع یافته در شیب‌های زیاد در مقایسه با شیب‌های کم ناچیز است (Badano et al., 2005). مقادیر شاخص‌های تنوع گونه‌ای، غنای گونه‌ای، شاخص‌های یکنواختی و غیریکنواختی گونه‌ای در واحدهای همگن که در شیب‌های مختلف موجود در منطقه مورد مطالعه در شکل 6 آورده شده است. در این پژوهش مشخص شد که در شیب‌های کم‌تر از 15 درصد، شاخص تنوع شانون- وینر و غنای گونه‌ای حداکثر است، عمق بیش‌تر خاک و افزایش رطوبت و عناصر غذایی در شیب‌های کم نسبت به مناطق شیب‌دار نیز بی‌تأثیر نبود. شیب از جمله عواملی است که به‌طور غیرمستقیم بر حضور گونه‌های گیاهی اثرات مثبت و منفی دارد و افزایش شیب سبب شسته شدن خاک، زهکشی بیش از اندازه، خشک شدن خاک و عدم استقرار مناسب پوشش گیاهی می‌شود (Mirzaei, 2006).



شکل 6- شاخص‌های تنوع، غنا و یکنواختی در طبقات شیب متفاوت

Fig. 6- Indices of diversity, richness and evenness in different slopes

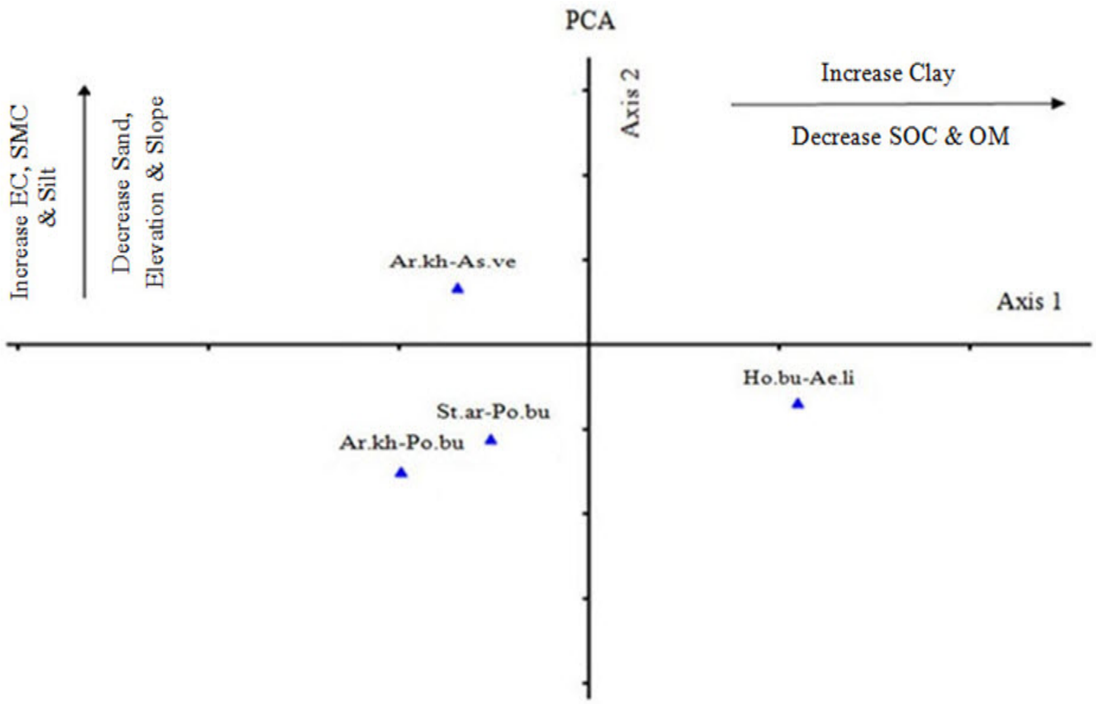
خطوط عمودی انحراف معیار میانگین‌ها را نشان می‌دهند. میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آماری اختلاف معنی‌داری ندارند (P< 0.05).

vertical bars show standard error of means. Means following the same letters are not significantly different (P< 0.05).

ارتباط عوامل توپوگرافیک و خاکی با تنوع زیستی گونه‌های گیاهی

برای تعیین مهم‌ترین عوامل بوم‌شناختی که باعث تغییر تنوع گونه‌ای است، از روش تجزیه مؤلفه‌های اصلی (PCA[1]) استفاده شد (شکل 7).

1- Principal Components Analysis



شکل 7- نمودار رسته‌بندی رویشگاه تیپ‌های گیاهی مرتع بهارکیش قوچان بر اساس مؤلفه‌های اول و دوم با استفاده از روش آنالیز مؤلفه‌های اصلی (PCA)

Fig. 7- Graph classify habitats habitats of Baharkish rangeland Quchan according to the first and second components using the principal components analysis (PCA)

Ar.kh- As.ve: Artemisia khorassanica - Astragalus verus
Ho.bu - Ae.li: Hordeum bulbosum L. - Aeluropus littorallis
Ar.kh - Po.bu: Artemisia khorassanica - Poa bulbosa L.
St.ar - Po.bu: Stipa arabica - Poa bulbosa L.

بافت خاک و ویژگی‌های شیمیایی خاک از عوامل مؤثر در پراکنش و تنوع گونه‌ای به‌ویژه در مناطق خشک و بیابانی می‌باشد. تغییر در بافت خاک سبب بروز تغییراتی در مقدار رطوبت موجود و قابل دسترس گیاه شده و پراکنش گیاهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد و باعث تغییر در تنوع گونه‌ای در مناطق مختلف می‌شود. فاصله نقاط معرف تیپ‌های گیاهی در شکل 7 نشان‌دهنده درجه تشابه یا اختلاف تیپ‌ها از نظر عوامل بوم‌شناختی است. میزان فاصله نقاط معرف تیپ‌ها از محورهای مختصات بیانگر شدت یا ضعف رابطه است. با توجه به علامت مثبت و منفی ضرایب متغیرها که در جدول 4 آمده است، در مؤلفه اول (Axis1) از چپ به راست مقدار درصد رس افزایش و مقدار درصد کربن آلی خاک و درصد ماده آلی کاهش می‌یابد و در مؤلفه دوم (Axis2) از پایین به بالا هدایت الکتریکی (EC)، درصد رطوبت اشباع و درصد سیلت افزایش و درصد شن، ارتفاع و درصد شیب کاهش پیدا می‌کند. تیپ Ar.kh-As.ve با ویژگی‌های معرف محور (Axis1) و (Axis2) همبستگی قوی دارد و از آن‌جایی‌که در ربع دوم قرار گرفته است، می‌توان نتیجه گرفت که این تیپ به استقرار در خاک‌های با مقدار درصد سیلت، هدایت الکتریکی (EC) و درصد رطوبت اشباع بالا و مقدار درصد شن، ارتفاع و درصد شیب پائین (Axis2) گرایش داشته و حضور آن با کاهش درصد رس و افزایش میزان درصد کربن آلی خاک و درصد ماده آلی خاک در ارتباط است. در ربع سوم محور مختصات تیپ‌های Ar.kh- Po.bu و St.ar- Po.bu قرار گرفت و با ویژگی‌های معرف محور (Axis1) و (Axis2) همبستگی منفی دارد. این دو تیپ در خاک‌های با درصد رس پائین و مقدار درصد کربن آلی خاک و درصد ماده آلی خاک بالا (Axis1) و مقدار هدایت الکتریکی (EC)، درصد سیلت و درصد رطوبت اشباع پائین و مقدار درصد شن، ارتفاع و درصد شیب بالا استقرار می‌یابد. تیپ Ho.bu- Ae.li که در ربع چهارم واقع شده با ویژگی‌های معرف محور (Axis1) همبستگی زیادی نشان می‌دهد و

با افزایش درصد رس و کاهش میزان درصد کربن آلی خاک و درصد ماده آلی خاک در ارتباط است. جدول 3 مقادیر ویژه و درصد واریانس هر یک از مؤلفه‌ها را نشان می‌دهد. از طرفی، برای انتخاب مؤلفه‌ها مقادیر ویژه ملاک قرار داده شد. همان‌طور که مشاهده می‌شود در مؤلفه‌های اول و دوم این شرایط صدق می‌کند و این مؤلفه‌ها 62/03 درصد تغییرات تنوع گونه‌ای را در بر گرفته و اهمیت مؤلفه اول بیش‌تر است. به‌طوری‌که 35/13 درصد تغییرات مربوط به متغیرهای مؤلفه اول و 26/89 درصد تغییرات مربوط به متغیرهای مؤلفه دوم بود.

جدول 3- مقادیر ویژه و درصد واریانس مربوط به هر یک از مؤلفه‌ها حاصل از روش PCA

Table 3- Eigen values and percent variance of each component resulted from PCA technique

مؤلفه Principle component	مقدار ویژه Eryenvale	واریانس Variance (%)	واریانس تجمعی Cumulative variance (%)
1	2.811	35.139	35.139
2	2.152	26.897	62.036
3	1.473	18.415	80.451
4	0.936	11.704	92.155
5	0.513	6.411	98.566
6	0.098	1.434	100

جدول 4 مقادیر بردار ویژه مربوط به متغیرها را در هر یک از مؤلفه‌ها نشان می‌دهد. با توجه به قدر مطلق ضرایب، مؤلفه اول شامل: کربن آلی خاک، ماده آلی و رس و مؤلفه دوم شامل: متغیرهای هدایت الکتریکی، رطوبت اشباع، سیلت، شن، ارتفاع و شیب می‌باشد.

جدول 4- مقادیر بردار ویژه مربوط به متغیرها در هر یک از مؤلفه‌های اصلی در روش PCA

Table 4- Eigen values for the variables in each principle components

متغیرها Variables	مؤلفه‌ها Principle component اول PC1	دوم PC2	سوم PC3	چهارم PC4	پنجم PC5	ششم PC6
هدایت الکتریکی Electrical conductivity (EC)	-0.3534	**<u>0.8837</u>**	-0.0694	0.1355	-0.2005	0.1743
اسیدیته pH	-0.3613	-0.3983	-0.0004	**<u>-0.8154</u>**	-0.2000	-0.0721
کربن آلی Organic carbon	**<u>-0.8731</u>**	-0.2474	-0.2502	0.2727	-0.1987	-0.0031
ماده آلی Organic matter	**<u>-0.8702</u>**	-0.2504	-0.2547	0.2730	-0.2015	0.0043
درصد رطوبت اشباع Saturated moisture content	0.0004	**<u>0.5823</u>**	**<u>-0.7336</u>**	-0.2891	0.0682	0.1846
رس Clay	**<u>0.8271</u>**	-0.1934	-0.0770	0.0937	-0.5075	-0.0556
سیلت Silt	-0.5869	**<u>0.7698</u>**	0.1206	-0.1193	0.0800	-0.1492
شن Sand	-0.0869	**<u>-0.9390</u>**	-0.0786	-0.1051	0.2898	0.0590
ارتفاع از سطح دریا Height above sea level	0.2176	**<u>-0.2932</u>**	-0.0656	-0.0064	-0.0503	0.1850
جهت Aspect	-0.1529	-0.1020	**<u>-0.5521</u>**	0.2047	-0.0227	-0.2393
شیب Slop	-0.0932	**<u>-0.3654</u>**	0.0975	0.1089	-0.1472	-0.4911

*: خط تیره کشیده در زیر ضرایب مشخص‌کننده این است که این متغیرها تأثیر معنی‌داری بر مؤلفه مربوطه دارند.

*: The dash line below the coefficients specifies that these variables have a meaningful effect on the relevant component.

نتایج حاصل از تجزیه مؤلفه‌های اصلی (PCA) که به‌منظور تعیین تأثیرگذارترین عوامل بوم‌شناختی بر پوشش گیاهی انجام شد، نشان‌دهنده این است که میزان اهمیت هر یک از عواملی که در مؤلفه‌های جداگانه قرار می‌گیرند، متفاوت است. در این پژوهش شیب جزء مؤلفه‌های محور دوم (‎-0/3654) می‌باشد که در استقرار و پراکنش تیپ‌های گیاهی نقش اساسی دارد. درصد شیب روی عمق خاک هم تأثیر می‌گذارد و با زیاد شدن شیب و در نتیجه زیاد شدن نیروی ثقل، میزان فرسایش شدیدتر شده و عمق خاک کاهش می‌یابد و با کاهش عمق خاک، سایر ویژگی‌هایی که می‌توانند بر روی استقرار جوامع گیاهی تأثیر بگذارند نمود پیدا می‌کنند. رضایی و ارزانی (Rezaei & Arzani, 2007) بیان کردند شیب زمین بر روی میزان نفوذ و رواناب، شاخص‌های شکل زمین و کارکرد زمین اثر معنی‌داری دارد و از این طریق تأثیر خود را بر روی رطوبت قابل دسترس گیاهان می‌گذارند. برخی از عوامل محیطی نیز بر روی همدیگر تأثیر می‌گذارند. این تأثیر به‌طور مستقیم و یا غیرمستقیم است. به‌عنوان مثال: عامل ارتفاع از سطح دریا از گرادیان‌های محیطی غیرمستقیم است که بر گرادیان‌های مستقیم اقلیم و خاک تأثیر می‌گذارد. ارتفاع به‌طور غیرمستقیم بر تشکیل خاک تأثیر می‌گذارد و به‌طور مستقیم بر عوامل دیگر مانند: دما تأثیر می‌گذارد که از این طریق توزیع گونه‌های گیاهی نیز تغییر خواهد کرد و ساختار اکوسیستم مرتعی متحول خواهد شد. با تغییر ارتفاع از سطح دریا، مقدار و نوع بارش، تبخیر و تعرق تغییر خواهد کرد و به تبع آن پوشش گیاهی نیز تغییر خواهد کرد. فیشر و فول (Fisher & Fuel, 2004) با مطالعه‌ای در آریزونای آمریکا بیان کردند که ارتفاعات پایین دارای غنای گونه‌ای بیش‌تری هستند که این به‌دلیل بالاتر بودن دما است.

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی، می‌توان اظهار داشت تأثیر عوامل بوم‌شناختی بر تنوع زیستی گونه‌های گیاهی در بوم‌نظام طبیعی منطقه مورد مطالعه متأثر از عوامل توپوگرافیک و خاکی بود. نتایج حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA) در مرتع بهارکیش قوچان نشان داد، که با توجه به قدر مطلق ضرایب، مؤلفه اول شامل: درصد کربن آلی خاک، درصد ماده آلی و درصد رس و مؤلفه دوم شامل: متغیرهای هدایت الکتریکی (EC)، درصد رطوبت اشباع، درصد سیلت، درصد شن، ارتفاع و درصد شیب بیش‌ترین تأثیر را بر تنوع گونه‌ای منطقه داشتند. از این‌رو شناسایی چگونگی این ارتباطات در حفظ پوشش گیاهی عرصه‌های آبخیز، حفاظت از آب و خاک، اصلاح و احیای مرتع منطقه مورد مطالعه و مناطق با شرایط مشابه می‌تواند نقش مهمی ایفا کند. عوامل مختلف اکولوژیک در شکل‌گیری، توسعه و پایداری جوامع گیاهی تأثیر بسزایی دارند. در این میان عوامل توپوگرافیک و فاکتورهای خاکی هم مستقیم و هم غیرمستقیم بیش‌ترین اثر را بر پوشش گیاهی داشتند. لذا مطالعه روابط بین تنوع و عوامل توپوگرافیک و خاکی را به‌عنوان رهیافت‌های اکولوژیک که از ارکان مهم مدیریت اکوسیستم بوده می‌توان برای تحقق بخشیدن به مدیریت پایدار مراتع پیشنهاد نمود.

منابع

Abbasi Kesbi, M., Tataian, M.R., Tamartash, R., and Fattahi, B. 2015. Species diversity in relation to physiographic factors in Lashgerdar protected region, Malayer, Iran. Journal of Biodiversity and Environmental Sciences (JBES) 7(1): 38-45.

Aghaalikhani, M., and Qushchi, F. 2005. Translation: Applied Plant Ecology. Islamic Azad University of Varamin Pishva, Varamin, Iran. First Edition. 218 p. (In Persian)

Annual Report Meteorological Organization (taken from the Meteorological Office of Khorasan Razavi), manuals statistics from 2001 to 2013, first edition, 16 volumes, 450 p. (In Persian)

Assadi, M. 1988 - 2011. Flora of Iran. Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran. 4318 p. (In Persian)

Badano, E.I., Cavieres, L.A., Molinga-Montenegro, M.A., and Quiroz, C.L. 2005. Slope aspect influences plant association patterns in the Mediterranean matural of central Chile. Journal of Arid Environments 62: 93-108.

Bagheri, A.R., Ghorbani, R., Banayan Aval, M., and Schaffner, U. 2014. Effect of different levels of environmental protection on plant species diversity. Journal of Agroecology 6(1): 60-69.(In Persian with English Summary)

Boissier, P.E. 1867-1888. Flora Orientalis. Vols. 1-5. Genevae ET Basileae. H. Georg, Geneva. 466 p.

Cain, S. 1938. The species-area curve. American Midland Naturalist 19:573-581.

Chawla, A., Rajkumar, S., Singh, K.N., Brij Lal, R.D.S., and Thukral, A.K. 2008. Plant species diversity along an altitudinal gradient of Bhabha Valley in Western Himalaya. Journal of Mountain Science 5: 157-177.

Davis, P.H. 1965-1988. Flora of Turkey and the East Aegean.Vols. 1-8. Edinburgh University Press, Scotland.7789 p.

Ejtehadi, H., Soltani, R., and Zahedi Pour, H. 2007. Documenting and comparing plant species diversity by using numerical and parametric methods in Khaje Kalat, NE Iran. Pakistan Journal of Biological Sciences (PJBS) 10: 3683-3687.

Fisher, M.A., and Fuel, P.Z. 2004. Change in forest vegetation and arbuscular mycorrhizae along a steep elevation gradient in Arizova. Forest Ecology and Management 200: 293-311.

Ghaemi, F. 2005. Geological map of Quchan, IRAN. Scale: 1:250,000 Geological ministry of mine and metals survey of IRAN.

Fontaine, M., Aerts, R., O¨zkan, K., Mert, A., Serkan, Gu¨lsoy, S., Su¨el, H., Waelkens, M., and Muys, B. 2007. Elevation and exposition rather than soil types determine communities and site suitability in Mediterranean mountain forests of southern Anatolia, Turkey. Forest Ecology and Management 247: 18-25.

Ghahreman, A. 1979-1992. Colorful flora of Iran. Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran. (In Persian with English Summary)

Ghahreman, A. 1994. Plant systematics: cormophytes of Iran. Center for Academic Publication, Tehran. (In Persian with English Summary)

Ghalegolab-Behbahani, A., Khoshbakht, K., Tabrizi, L., Davari, A., and Vaisi, H. 2013. A comparative assessment of Agrobiodiversity indices in farms, gardens and home gardens (Case study: of Jajrood basin). Journal of Agroecology 5(2): 61-68. (In Persian with English Summary)

Heshmati, G.A. 2003. The effects of environmental factors on the establishment and expansion of range plants using multivariate analysis. Iranian Journal of Natural Resources 56: 309-321. (In Persian with English Summary)

Heydari, M., and Mahdavi, A. 2009. Pattern of plant species diversity in related to physiographic factors in melah gavan protected area, Iran. Asian Journal of Biological Sciences 2: 21-28.

Jafari Haghigi, M. 2003. Methods of soil analysis (sampling and analysis important physical and chemical). Tehran: Publishers Nedaey Zoha, 236 p.

Komarov, V.L. 1934-1954. Flora of USSR. Vols. 1-30. Izdatel'stvo Akademi Nauk SSSR Leningrad (English translation from Russian, Jerusalem, 1968-1977).

Koocheki, A., Mahdavi Damghani, A., Kamkar, B., Farsi, M., Rezvani Moghaddam, P., and Barzghar, A.B. 2011. Translation: Agrobiodiversity.Wood, D. Lenne, J. Ferdowsi University of Mashhad, Iran. 610 p. (In Persian)

Koocheki, A., Aghaalikhani, M., Nassiri Mahallati, M., and Khiabani, H. 2008. Translation: Biology and Utilization of Shrublands. Cyrus M. Mckell. Ferdowsi University of Mashhad, Iran. 833 p. (In Persian)

Léonard, J.1988. Contribution à I'etude la flore et de la végétation des desert d'Iran, Fascicule 8: Etude des aries de distribution, Les phytochories, Les chorotypes. Bulletin of the Jardin Botanique Nacional de Belgique, 190 p.

Maassoumi, A.A. 1986-2000. The genus *Astragalus* in Iran. vols. 1-4. Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran. (In Persian)

Mahdavi, A. 2013. The effect on biodiversity and soil physiographic characteristics of pasture plants. First National Conference on Agriculture and Sustainable Natural Resources, Iran. (In Persian)

Margalef, R. 1958. Information theory in Ecology. General Systematics 3: 36-71.

Mesdaghi, M. 2003. Pastoralists in Iran. Imam Reza university press. Sixth edition. 333 p. (In Persian)

Ministry of Energy Statistics Meteorological Stations and Evapo. (Taken from the Meteorological Office of Khorasan Razavi). Statistical manual of 2013, first edition, 624 p. (In Persian)

Mirzaee, J., Akbarinia, M., Hosseini, S.M., Sohrabi, H., and Hossein Zadeh, J. 2007. The diversity of herbaceous species in relation to physiographic factors Drakvsystmhay central Zagros, Journal of Biology 4: 375-382. (In Persian with English Summary)

Mirzaei, H. 2006. Relationship between vegetation and soil and topography in the northern forests of Ilam. MA thesis, Tarbiat Modarres University, Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, 71 p. (In Persian with English Summary)

Mobayen, S. 1975-1996. Flora of Iran: vascular plants. vols. 1-4. Tehran University Press, Tehran, Iran. (In Persian)

Moghadam, M.R. 2005. Pasture and rangeland. The second edition, Tehran University Press. 470 p. (In Persian)

Mohammadzadeh, A., Basiri, R., and Tarahy, A., 2014. Biodiversity assessment plant species Arasbaran using non-parametric indicators of ecological factors in relation to height above sea level. Journal of Plant (Journal of Biology Iran) 27: 949-963. (In Persian with English Summary)

Mohsennejad Andvari, M., Shokri, M., Zali, S.H., and Jafarian, Z. 2010. Investigation effect of soil and physiographic factors on the distribution of plant communities Case study: Haraz Behrestag rangelands. Journal of Range 14: 262-275. (In Persian with English Summary)

Mohtasham nia, S., Zahedi, G., and Arzani, H. 2007. Vegetation ordination of steppic rangelands in relation to the edaphical & physiographical factors (Case Study: Abadeh Rangelands, Fars). Journal of Pasture 1:142-158. (In Persian with English Summary)

Mozaffarian, V. 2003. A dictionary of Iranian plant names. Farhang Moaser Publication, Tehran. (In Persian)

Mozaffarian, V. 2005. Plant classification. vols 1-2. Amirkabir, Tehran. (In Persian)

Nassiri Mahallati, M., Koocheki, A., Rezvani Moghaddam, P., and Bheshti, A. 2001. Translation: Agroecology. Gliessman, Stephen P. Ferdowsi University of Mashhad, Iran. 459 p. (In Persian)

Ozkan, K., Gulsoy, S., Aerts, R., and Muys, B. 2010. Site properties Crimean Juniper (*Juniperus excelsa*) in semiarid forests of south western Anatolia Turkey. Journal of Environmental Biology 31: 97-100.

Raunkiaer, C. 1934. The life form of plants and statistical plant geography. Oxford Clarendon Press, London.

Rechinger, K.H. 1967-1998. Flora Iranica. Akademische Drucku, Verlagsanstalt Graz, Austria, 468 p.

Rezaei, S.A., and Arzani, H. 2007. The use of soil surface attributes in rangelands capability assessment. Iranian journal of Range and Desert Reseach 27: 232-248. (In Persian with English Summary)

Shannon, C.E., and Wiener, W. 1963. The mathematical theory of communication. University of Illinois Press, Urbana.

Simpson, E.H. 1949. Measurement of diversity. Nature 163: 688.

Smith, B., and Wilson, J.B. 1996. A consumer’s guide to evenness indices. Oikos 76: 70-82.

Takhtajan, A. 1986. Floristic regions of the world. University of California Press, California.

Townsend, C.C., and Guest, E. 1966-1985. Flora of Iraq. vols. 1-9. Ministry of Agriculture and Agrarian Reform, Baghdad.

Walkley, A., and Black, I.A. 1934. An examination of the Degtareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science 37: 29-38.

Zar, J.H. 1996. Biostatistical Analysis. Third ed. Prentice-Hall, New Jersey, USA. 638p.

Zhang, J.T., and Dong, Y. 2010. Factors affecting species diversity of plant communities and the restoration process in the loess area of china, Ecological Engineering 36: 264-270.

Zohary, M. 1966-1972. Flora Palaestina. Jerusalem Academic Press. Palaestina.

Zohary, M. 1973. Geobotanical Foundations of the Middle East. Vol. 1-2, Gustav Fischer Verlag Press, Stuttgart, Swets and Zeitlinger, Amsterdam.

Journal of Agroecology
Vol. 11, No.4, Winter 2020, p. 1449-1465

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 11، شماره 4، زمستان 1398، ص 1465-1449

The Effect of Ecological Factors on Plant Species Biodiversity of Natural Ecosystem in Quchan Baharkish

S. Jahedi Pour[1], A. Koocheki[2*], M. Nassiri Mahallati[2] and P. Rezvani Moghaddam[2]

Submitted: 30-05-2016
Accepted: 15-08-2016

Jahedi Pour, S., Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., and Rezvani Moghaddam, P. 2020. The effect of ecological factors on plant species biodiversity of natural ecosystem in Quchan Baharkish. Journal of Agroecology. 11 (4):1449-1465.

Introduction
Biodiversity as a key factor of sustainability of natural ecosystems have been largely used in studies on natural vegetations (e.g. rangelands) at different spatial scales. Baharkish pasture with area of 1035 hectare is situated in 60 km distance southern of the city Quchan in Khorasan Razavi province. The lowest and the highest altitudes of the pasture are 1740 and 2440 meters a.s.l., respectively. Long-term (25-year) mean annual precipitation and temperature of the region is 337 mm and 9.4°C with 998.2 mm evaporation. In this study, about 200 hectares of Baharkish pasture with moderate grazing pressure was chosen by the clipping and weighing method to study the effects of environmental factors of plant species richness and diversity.

Materials and Methods
In order to evaluate the effect of ecological factors on the biodiversity of plant species in Quchan Baharkish pasture, at first all topographic maps (1:25,000), geological maps (1:100,000), aerial photos (1:20000) and satellite images of Quchan Baharkish were collected. Then, maps of altitude classes, slope, aspect and geological formations were prepared and merged by overlapping in ArcGIS 10.2. The generated maps were coded and 13 homogenous working units and their maps were prepared for further studies, field visits and pasture vegetation measurements. Finally, four homogeneous vegetation types were determined for sampling based on the structure, distribution, and presence of dominant species. Hence, in each vegetation type 35 plots ($2m^2$ each) were systematic-randomly selected and used for composite soil sampling (0-30 cm depth) and estimation of vegetation indices. The species number and percentage of canopy cover were estimated in each plot and the plot locations were recorded with GPS devices in U.T.M system.
Plant species diversity per plot was estimated using Shannon-Wiener and Simpson diversity indices, richness index of Margalef and evenness index of Smith-Wilson in Ecological Methodology software. One-way ANOVA was used to examine the components of biodiversity and Tukey test was performed for multiple mean comparisons. Principal component analysis (PCA) was conducted to classify vegetation types and to determine the contribution of ecological factors on biodiversity of the studies pasture.

Results and Discussion
The results indicated that altitude had significant effect on species diversity, richness and evenness and the highest values of Simpson and Shannon indices were obtained at 1900-2200 m a.s.l. Indirect effect of soil formation and direct influence of temperature were led to variation in distribution of plant species and rangeland community structure. Amount and type of precipitation and consequently vegetation type was changed with altitude. Species richness and diversity was significantly affected by slope, and lower slopes (<15%) showed the highest values of richness and diversity index. However, evenness was higher in 15- 45% slopes. Overall, northern slopes had significantly higher species diversity, suggesting that plant available water is drastically influenced by slope through infiltration rate and land index. Results of PCA indicated that the first PC containing soil organic carbon, sand content and slope had the highest effect on species diversity.

---

1 and 2 Ph.D. of Agroecology and Professor, Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran, respectively.
(*- Corresponding Author Email: akooch@um.ac.ir)
Doi: 10.22067/jag.v11i4.56352

Conclusion
In general, it can be concluded that plant biodiversity in natural ecosystems was affected by topographic and edaphic factors particularly in high altitudes. The results of PCA showed that the PC_1 including percentage of soil organic carbon, organic matter and clay and PC_2 including electrical conductivity and elevation, percentage of soil moisture, silt, sand and slope had the greatest impact on species diversity. In addition, getting insight in to the relationship between diversity and ecological, topographic and edaphic factors can be proposed as an ecological approach for sustainable rangeland management.

Keywords: Edaphic factors, Principal components analysis, Rangeland, Topographic factors.